

UNIVERSITE D'ETAT D'HAITI
(U.E.H)

Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire
(F.A.M.V)

Projet INTERREG-DEVAG

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE D'INGENIEUR-AGRONOME

MOMPEROUSSE Romel Junior

Spécialisation : Phytotechnie



Titre : « Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (*Occimum basilicum*) et gwo ditén (*Plectranthus amboinicus*) associées à la tomate (*Lycopersicon esculentum*) sur les populations de ravageurs (*Bemissia tabaci* et *Helicoverpa zea*) et sur le développement de la tomate »

Maitre de stage: RHINO Béatrice

Conseiller Scientifique : DESROUILLERES Jean Bertrand

Résumé

L'agroécologie, est de plus en plus perçue comme la solution d'avenir pour répondre aux problèmes environnementaux, engendrés par la révolution verte. Cette méthode touche à la fois les zones favorisées et les zones marginalisées. Les bioagresseurs représentent l'une des contraintes majeures de la baisse de production de tomate en Haïti et en Martinique. Et parmi ces bioagresseurs se trouvent l'aleurode *Bemisia tabaci* et la noctuelle *Helicoverpa zea*. *Bemisia tabaci* représente, derrière le *Ralstonia solanacearum*, un danger potentiel pour la production de tomate, causant des pertes pouvant aller jusqu'à disparition totale de récolte. Les traitements chimiques généralement préconisés par les spécialistes s'avèrent inefficace, car l'insecte développe des capacités de résistance, sans mentionné l'effet néfaste des insecticides sur l'environnement. Pour arriver à contrôler les dégâts de ces insectes, le projet DEVAG (DEveloppement AGroécologique) élabore un programme regroupant (Haïti, Martinique, Cuba et autres), axé sur l'agroécologie comme solution alternative. C'est ainsi qu'on a développé des associations de culture, tomate (*Lycopersicon esculentum*) et plantes aromatiques, dans le but de dissuader la noctuelle et l'aleurode de la tomate. On a choisi deux espèces de plantes aromatiques avec trois cultivars de Basilic (*Ocimum basilicum*), basilic anis, basilic citron et basilic cannelle, et le Gwo ditén (*Plecthrantus amboinicus*). Les résultats montrent que les associations tomate Basilic anis et tomate Gwo Diten sont très prometteuse. Par contre une association basilic cannelle tomate, peut-être inappropriée et constitué comme source d'infestation pour la tomate.

Mots clés : tomate (*Lycopersicon esculentum*), Basilic (*Ocimum basilicum*), Gwo Diten (*Plecthrantus amboinicus*), Agroécologie, intercropping, *Bemisia tabaci* (mouche blanche), *Helicoverpa zea* (noctuelle).

Remerciements

Je remercie d'abord Dieu, de m'avoir accordé corps et âme ; santé et courage.

Je souhaiterais manifester ma reconnaissance envers mon maître de Stage Beatrice RHINO. D'une part pour m'avoir inculqué la rigueur de travail. D'autres part d'avoir accepté d'être mon maître de stage.

Mes remerciements à Catherine THIBAUT pour son soutien technique.

Egalement Sonia MINATCHI, technicienne du bureau 405, pour ses conseils.

Je remercie Paula FERNANDEZ qui m'a beaucoup encouragé au cours de ce stage ; également Vincent BIRRIEN, pour son soutien logistique.

D'une façon spéciale, je remercie le Vice Doyen aux Affaires Académiques de la FAMV, Nicolas O. CARVIL, de m'avoir accordé l'opportunité de faire ce stage. Egalement mon conseiller scientifique, Jean Bertrand DESROUILLERES.

Mes remerciements aux personnes administratives du PRAM (Evelyne KILOTA, Jacqueline REMINY, LEGANDRY...) ; également le directeur du CIRAD, Christian CHABRIER, pour son Humour (je ne vais pas vous manger) et ses faveurs.

Je voudrais aussi remercier Rafael ACHAT, Philippe RYCKEWEART, Christian LAVIGNE.

Remerciements à tous mes amis de la Martinique, qui m'ont donné la chance de savourer les plages et les silhouettes de cette île.

Remerciement à toute ma famille, mes frères, Stanley, Becherel, Ricardo MOMPEROUSSE, mon père, Romel et ma mère Gelianise VOLMAR, mon adorée.

Enfin pour terminer, cette partie que je ne terminerais jamais, remerciements à tous les gens du PRAM.

Glossaire

ARD : Agro-industrie Recherches et Développement

CEMAGREF : Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement

CIFE : Conférences Internationales Francophones d'Entomologie

CIRAD : le Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

DAF : Direction de l'Agriculture et de la Forêt (Martinique)

DEVAG : DEveloppement AGroécologique de la caraïbe

FREDON : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles de la Martinique

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

PIA : Programme d'Intensification Agricole (Haïti)

PRAM : Pole de Recherche Agro-environnementale de la Martinique

TABLE DES MATIERES

RESUME	1
REMERCIEMENTS	2
GLOSSAIRE	3
I-INTRODUCTION	7
2-REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	9
2.1- les bioagresseurs de la tomate	9
2.1.1- L'aleurode <i>Bemisia tabaci</i>	9
2.1.3- <i>Ralstonia solanacearum</i>	12
2. 2- Mode de gestion des bio-agresseurs	13
2. 2.1-Lutte chimique	13
2.2.2-Lutte biologique	13
2.2.4-La Méthode agro écologique	14
2.2.4.1- le concept	14
2.2.4.2- Les principes de l'agro-écologie (ARD, 2007)	15
2.2.4.3- Les mécanismes écologiques	16
2.2.4.4- Association des plantes (Intercropping)	17
2.2.4.5- Importance des plantes aromatiques dans l'intercropping	19
III.-METHOLOGIE	20
3.1- Site de l'étude	20
3.2-Matériel végétal	20
3.2.1-Le Basilic (<i>Ocimum basilicum</i>)	20
3.2.2- Le Gwo Diten (<i>Plectranthus amboinicus</i>)	22
3.2.3-La tomate : <i>Lycopersicon esculentum</i>	23
3.3 –Dispositif expérimental	24
3.4. –Observations	27
3.4.1.-Développement de la tomate	27

3.4.2- Dénombrement des larves d'aleurodes et des œufs et des larves de noctuelle.....	27
3.4.3-La caractérisation des plantes aromatiques (Tableau 1)	28
IV- RESULTAT	29
4.1- Développement de la tomate dans les différentes associations	29
4.2-Répartition du nombre de larves d'aleurodes (<i>Bemisia tabaci</i>) dans les différentes associations.....	29
4.2.1- Répartition du nombre de larves d'aleurodes à la date du 30 mars.....	29
4.2.2- Répartition du nombre de larves d'aleurodes pour la durée de l'étude.....	30
4.3- La répartition des autres insectes dans les différentes associations	31
4.3.1- <i>Helicoverpa zea</i>	31
V- DISCUSSION	35
VI- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	38
VII-BIBLIOGRAPHIE.....	39
VII- ANNEXE	49
Annexe 1- cycle de développement de la tomate	49
Annexe 2- schémas de base de l'agroécologie.....	49
Annexe 3- interactions entre les différents niveaux trophiques des écosystèmes.....	50
Annexe 4.1- GLM-ANOVA « Nombre de bouquets ouverts ».....	50
Annexe 4.2- GLM-ANOVA « Nombre de bouquets noués ».....	51
Annexe 4.3- GLM-ANOVA « Nombre de fruits noués ».....	51
Annexe 5- GLM-ANOVA « Nombre de larves d'aleurodes du 15 mars 2011 »	52
Annexe 6- GLM-ANOVA « le 30 mars 2011 larves d'aleurodes ».....	52
Annexe-7 GLM-ANOVA « cumule des 4 dates « nombre larves d'aleurodes »	54
Annexe 9- GLM-ANOVA « les Mineuses »	55

Annexe 10.1- GLM-ANOVA « Poids frais deux dates ».....	55
Annexe 10.2- GLM-ANOVA « Pourcentage de feuille »	56
Annexe 10.2- GLM-ANOVA « Matière sèche des feuilles »	57
Annexe 11- données climatiques	58

I-Introduction

En Martinique, comme en Haïti, les bioagresseurs représentent un goulot d'étranglement pour la production de tomate. En Haïti, l'une des contraintes principales de l'élargissement de la production de tomate est la limitation des connaissances des problèmes phytosanitaires et les traitements appliqués, or Haïti importe plus de 300 000 \$ us de concentré de tomate par an, et par ailleurs dans seule plaine de l'Artibonite, il y a de milliers d'ha cultivable, non cultivée (PIA, 2005). Par contre en Martinique malgré les savoirs faire disponibles, l'intensification d'intrants chimiques et les mesures de lutttes intégrées, l'aleurode (*Bemisia tabaci*) et la noctuelle (*Helicoverpa zea*) causent encore des dégâts sur la tomate ; et représente à les deux, l'un des facteurs militants de la diminution de la superficie consacrée au maraichage (9% en 2007, 7% en 2008) en dehors de *Ralstonia solanacearum*, par ailleurs la SAU totale augmente (23% en 2007, 25% en 2008)) (Agreste, 2008), Pourtant la Martinique a importé plus de 12 000 tonnes de légumes frais sur l'année 2008. Cette diminution de superficie agricole consacrée au maraichage à entrainer la diminution de la production de la tomate en Martinique en passant de 6700 tonnes en 2002 à 5720 en 2009, qui pourtant reste une culture à forte valeur ajoutée (DAF, 2008). Cette diminution de SAU et de production fragilise la filière.

En Martinique, comme en Haïti, les variétés couramment utilisées par les agriculteurs ne sont résistantes aux maladies virales causées le TYLCV, (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*) et PYMV(*Potato Yellow Mosaic Virus*), deux begomivirus, dont l'agent vecteur est l'aleurode. Les pesticides de synthèse qui autrefois étaient efficaces contre les bioagresseurs, révèlent actuellement des cas d'inefficacité dus à l'apparition de résistance chez les insectes ; de plus, ces pesticides ont un impact négatif sur l'environnement. Il est maintenant important que l'exploitation de l'agrosystème puisse se faire dans une autre perspective qui prend en compte à la fois les aspects

économiques, alimentaires, sociaux et écologiques. Donc une alternative vers une gestion durable.

Dans ce contexte, l'agroécologie représente une solution alternative aux désastres engendrés par la révolution verte dans l'environnement. Elle vise un développement agricole, tout en protégeant l'environnement. Elle oriente l'agriculture quantitative vers une agriculture qualitative qui implique un renouvellement des buts et des moyens.

Le Pole de Recherche Agro-environnementale de la Martinique (PRAM) est le promoteur de recherche de cette sensibilisation Agro-écologique à la Martinique avec 3 instituts de recherche affiliés : le Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et l'Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement (CEMAGREF). Dans le but d'élargir sa sphère d'action Agro-écologique, le PRAM accueille des chercheurs et stagiaires du monde entier. Le projet scientifique du PRAM vise à élaborer des systèmes de culture innovants avec moins d'intrants. L'Unité de Recherche Hortsys du CIRAD, basée au PRAM, a pour objectif principal est de développer les bases scientifiques d'une agroécologie des systèmes horticoles, nécessaires à l'élaboration de systèmes de culture horticoles durables, c'est-à-dire reposant sur les principes d'une intensification écologique. Dans le cadre d'une coopération entre certains pays de la caraïbe, dont Haïti, Cuba et Martinique, le PRAM a élaboré le projet DEVAG (DEveloppement AGro-écologie), réseau caribéen pour le développement des systèmes agro-écologiques horticoles. Le projet vise à mettre en place un réseau de compétences scientifiques et techniques permettant de construire la filière de production horticole biologique et écologique, notamment pour les cultures fruitières et légumières.

Cette étude s'inscrit dans ce projet et a pour enjeu de développer les associations de culture pour permettre la réduction des populations d'aleurodes (*Bemisia tabaci*) et la

noctuelle (*Helicoverpa zea*) dans les parcelles de tomate dans la Caraïbe. On suppose que les signaux olfactifs et visuels des plantes aromatiques empêchent aux insectes de reconnaître la tomate comme plante hôte. Les objectifs de cette étude sont :

- i) de comparer l'infestation de *B. tabaci* et de *H.zea* dans les tomates en fonction des associations ;
- ii) de comparer la croissance des tomates en fonction des associations ;
- iii) d'évaluer les caractères agronomiques des plantes aromatiques ainsi que l'attractivité pour *B. tabaci* et *H.zea*

2- Revue bibliographique

2.1- les bioagresseurs de la tomate

Parmi les bioagresseurs les plus importants pour la culture de la tomate en Haïti et en Martinique, on peut citer : la mouche blanche, la noctuelle et le *Ralstonia solanacearum* (agent causal du flétrissement bactérien).

2.1.1- L'aleurode *Bemisia tabaci*



Figure 1- Aleurode *Bemisia tabaci*
(source : jardino2.e-monsite.com)

Bemisia tabaci (Gennadius, 1989), insecte piqueur-suceur, appartient à la classe des insectes, de l'ordre des homoptères et de la famille des Aleyrodidae. Il est présent dans toutes les régions chaudes du globe et son taxon possède une grande variabilité qui a été

mise en évidence en 1950. Les différentes formes biologiques sont appelées « biotypes » et le biotype B (Bellows & Perring, 1994) est prédominant aux Antilles (CIFE, 1998). Au milieu des années 1980, ce nouveau biotype de *B. tabaci*, le biotype B, a été signalé pour la première fois (Brown et al, 1995b). Communément appelé 'silverleaf whitefly' (aleurode des feuilles argentées) ou souche poinsettia, le biotype B s'est révélé très polyphage et au moins deux fois plus fécond que les souches précédemment signalées et a été présenté comme une espèce séparée, *B. argentifolii* (Bellows et al., 1994)

Sur tomate, à 25°C, la durée du cycle de l'œuf à l'émergence de l'adulte est de 22 jours et la longévité des adultes est de 19 jours (Salas J., Mendoza O. 1995). Une femelle peut pondre 160-300 œufs au cours de leur cycle de vie. (Annexe 1).

C'est une espèce très polyphage attaquant de nombreuses plantes cultivées et ornementales : Asteraceae (*Lactuca sativa*), Euphorbiaceae (*Manihot esculenta*), Fabaceae (*Gliricidia sepium*), Malvaceae (*Gossypium hirsutum*), Solanaceae (*Lycopersicon esculentum*). Convolvulaceae (*Ipomoea batatas*) (Oliveira et Al., 2001) ; la gamme complète sur toutes les zones s'étend à 300 espèces végétales appartenant à 63 familles (Mound & Halsey, 1978).

La mouche blanche ralentit la croissance de la plante et l'affaiblit en suçant sa sève ; cela entraîne une perte de qualité des fruits et leurs mauvaises maturations (action directe). Les larves de l'insecte peuvent excréter des gouttelettes de miellat, entraînant le développement de la fumagine qui ralentit l'activité photosynthétique de la plante (Schuster et Al., 1996). En injectant sa salive dans la plante hôte, l'insecte transmet des viroses néfastes pour la plante (Ghanim et Al, 1988). Parmi les virus, les plus importants, on peut citer : TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*) et PYMV (*Potato yellow Mosaic Virus*), deux begomovirus qui provoquent des symptômes comme jaunissement et recourbement suivi d'un arrêt de croissance, et feuilles déformées et chlorotiques (Lucko et Al, 2001).

L'aleurode fait le choix de sa plante hôte selon des caractéristiques physico-chimiques, tels que la densité de trichomes (Oriani, and Vendramim 2010), l'acidité de la sève des feuilles, les substances, sesquiterpènes, zingibérène, curcumène et le p-cymène monoterpènes, α -terpinène, et α -phellandrène (Berlinger, 1986). Selon Bleeker et al, (2003) les signaux visuels et olfactifs sont les principaux facteurs déterminant le choix de *Bemisia tabaci* de sa plante hôte et la couleur est l'un des facteurs le plus important dans le choix de la plante hôte par l'aleurode, et parmi les couleurs qui sont très attractives pour *Bemisia tabaci* il y a le bleu et le jaune (Van Lenteren and Noldus, 1990).

2.1.2- La noctuelle *Helicoverpa zea*



Photo 2- *Helicoverpa zea*

(source : fauneflore06.voila.net)

La noctuelle *Helicoverpa zea* est un insecte de type suceur de la famille des noctuidae de l'ordre des lepidoptères. C'est un insecte très mobile, pouvant parcourir 2 à 3 km par jour (17h et 3h) (Kennedy et Storer, 2000) pour fuir les conditions adverses et pour assurer sa survie. Lorsque les conditions sont favorables, l'insecte bouge d'une parcelle à une autre, dans un rayon de 100 m (Fitt, 1989).

Helicoverpa zea possède six stades de développement au cours de son cycle en dehors de l'œuf. Les femelles déposent leurs œufs sur les deux faces de la feuille, ils éclosent 3 à 4 jours après la ponte. Les œufs et les néonates sont très vulnérables avec un taux de

mortalité forte supérieur à 90% dû à des facteurs environnementaux, et aux ennemis naturels (pression du niveau trophique supérieur tels que : *Trichogramma spp*, *Orius insidiosus* (4 à 13%), la coccinelle, *Coleonegilla maculata* (Sansonne and Smith, 2001 ;) qui sont des facteurs extrinsèques de mortalité (Sansonne and Smith, 2001 ; Pustejovsky and Smith, 2006, Pfannenstal, 2002)

Helicoverpa zea, est un insecte hautement phytophage dont les cultures principales sont : le maïs (*zea mays*), le sorgho (*Sorghum vulgare*), le coton (*Grossipum hirsitum*), le soja (*Glycine max*), le tournesol (*Helianthus annuus*), la tomate (*Lycopersicon esculentum*), le tabac (*Nicotiana tabacum*) et aussi sur des adventices (*Panicum dichotomiflorum* Michx ; Canabisrativa) (Capinera, 2001 ; Fitt, 1989 ; Storer, 2003).

Les métabolites secondaires du complexe phenyl acetaldehyde et butano secrétés par la tomate, sont attractifs pour la noctuelle (Srinivasan, 2006). Les premiers stades larvaires se nourrissent des feuilles, puis les autres stades larvaires, se nourrissent des fruits ; Ils consomment une partie du fruit, pour ensuite s'attaquer à un autre (Nault et Speese, 2002 ; Torres-Villa et al, 2003 ; Pucell et al, 1992).

2.1.3- *Ralstonia solanacearum*

Le flétrissement bactérien est une maladie bactérienne causée par *Ralstonia solanacearum*. C'est une maladie très présente dans la Caraïbe, avec deux souches principales qui constituent deux populations, une population historique connue depuis les années 1960 en Martinique (Digats et Escudiés, 1967), qui attaque uniquement les espèces de la famille des solanacées, et une population « émergente », très contrastée, qui attaque plusieurs familles (cucurbitacées, légumineuses, solanacées) (Wicker et al, 2002). Cette dernière, qui a été mise en évidence récemment (à partir de 1998), s'est avérée très sévère sur la culture de la tomate. Le principal symptôme de la maladie comme son nom l'indique, est le flétrissement de la plante infectée, puis une

dégénérescence conduisant à la mort dans moins de 15 jours. Jusqu'à cette période, aucune solution phytosanitaire n'a encore proposé, à part la prévention.

2. 2- Mode de gestion des bio-agresseurs

2. 2.1-Lutte chimique

En Haïti, pour lutter contre les mouches blanches, on utilise des matières actives telles que le thiamethoxam, le diazinon et le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT, insecticide longtemps interdit sur le marché, utilisation illicite). En Martinique, on utilise des matières actives telles que : la deltaméthrine, la pymétozine et l'acetamipride. En dehors de la lutte chimique, l'organisme martiniquais FREDON (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles de la Martinique) préconise des mesures prophylactiques : planter des plants sains ; planter en période de non activité des ravageurs ; éviter de planter une parcelle sous le vent d'une parcelle déjà contaminée ; arracher les herbes autour de la parcelle ; brûler les résidus de récoltes. Malgré ces traitements chimiques appliqués et ces mesures prophylactiques, le problème de la mouche blanche reste encore l'une des contraintes majeures de la production de tomate.

En Haïti pour lutter contre la noctuelle, on utilise un insecticide polyvalent, Décis de substance active deltaméthrine 25 ou 30 ; en Martinique par contre la gamme est plus large, voici quelques substances actives : *Bacillus thuringiensis*, insecticide biologique à base de bactéries et Deltaméthrine, insecticide de synthèse.

2.2.2-Lutte biologique

La lutte biologique contre la mouche blanche, avec des lâchers d'auxiliaires, est très efficace en serre mais très coûteuse. On utilise beaucoup d'auxiliaires, parmi lesquels on retrouve des entomopathogènes (champignons et bactéries) et des entomophages : les prédateurs qui sont des organismes se nourrissant des proies vivantes plus petites

(prédateurs/ larve ou adulte) ; les parasitoïdes qui pondent sur (ectoparasitoïdes) ou à l'intérieur (endoparasitoïdes) du corps de leur hôte, tout en nourrissant de ce dernier. Les prédateurs généralement utilisés dans la lutte biologique sont : *Typhlodromips swirskii*, , *Macrolophus caliginosus*, *Delphastus catalinae*, *Chrysoperla sp* et les parasitoïdes : *Encarsia sp*, *Aleochara bilineata* (Gerling et al, 2001) ; ces auxiliaires sont souvent utilisés en serre, mais les essais en plein champ ne donnent pas encore de bon résultats, et ne sont pas très disponibles sur les marchés locaux (Haïti spécialement).

Le lâchage d'auxiliaires pour la noctuelle n'est pas toujours efficace à tous les stades, une fois à l'intérieur de la tomate, la chenille est à l'abri de tout traitement. Le classique Bt (*Bacillus thuringiensis*), produit de lutte biologique, n'est donc efficace que contre les toutes jeunes larves. C'est la raison pour laquelle les professionnels utilisent le piégeage sexuel pour repérer les vols de papillons et traiter avec le Bt au bon moment. Ainsi la majorité des méthodes biologiques employées contre la noctuelle est à la fois pointue, couteuse, et parfois inefficace.

2.2.4-La Méthode agro écologique

2.2.4.1- le concept

Longtemps déjà, on a ignoré l'écologie dans l'agriculture, et c'est jusqu'en 1990 qu'est né le mot Agro-écologie qui devient par la suite une science, avec son cadre scientifique et sa méthode. Avec la grande révolution verte (des rendements extraordinaires), on a ignoré complètement les éléments humains et environnementaux dans l'agriculture, mais avec la naissance des problèmes environnementaux et sociaux (salinisation des sols, pollution de l'environnement, famine, troubles sociaux ...) on est obligé de faire actuellement une approche holistique de l'agriculture incluant les écosystèmes agricoles pour arriver à une conception et une gestion durable du système agro-alimentaire (annexe 2).

Selon Delgaard et al, (2003) l'agro-écologie est définie comme l'étude des interactions entre les plantes, les animaux, les hommes et leur environnement au sein des systèmes agricoles. En tant que discipline, l'agro-écologie recouvre ainsi des études pluridisciplinaires relevant de l'agronomie, l'écologie, la sociologie et l'économie.

Selon Gliessmann, (2006) l'agro-écologie est l'application des concepts et principes écologiques à l'élaboration et à la gestion d'agro systèmes suivant une démarche permettant leur conversion vers un système de production durable.

Selon Altieri et Nicholls, (2004) l'agro-écologie est d'abord la science de la gestion des ressources naturelles pour les paysans pauvres dans des environnements marginaux.

2.2.4.2- Les principes de l'agro-écologie (ARD, 2007)

- ✓ Réduire l'utilisation d'intrants chimiques, nuisibles à l'environnement et chers ou accroître l'usage d'intrants locaux naturels pour renforcer les interactions biologiques.
- ✓ Minimiser les quantités de substances toxiques ou polluantes libérées dans la nature.
- ✓ Gérer les éléments nutritifs plus efficacement, en recyclant la biomasse et en ajoutant des résidus agricoles, du fumier d'origine animale et végétale (composts), pour faciliter la régénération de la fertilité des sols (équilibrer et optimiser le cycle nutritif).
- ✓ Augmenter la couverture par exemple avec du fumier et des engrais verts, pour réduire l'importance du désherbage, si possible à zéro, pour minimiser l'érosion des sols, la perte d'eau/d'humidité et de substances nutritionnelles.
- ✓ Promouvoir une activité biologique des sols pour en maintenir et accroître la fertilité.

- ✓ Maintenir une grande diversité d'espèces et génétique dans l'espace et le temps, ainsi qu'une structure agricole complexe pouvant offrir des services écologiques important. Parmi ces structures, citons l'association de culture (intercropping), l'agroforesterie et des combinaisons de cultures et d'élevage.

2.2.4.3- Les mécanismes écologiques

Il y a deux mécanismes essentiels utilisés par l'agroécologie pour la protection des cultures et l'environnement.

➤ Top-down (effet des ennemies naturelles)

Dans ce mécanisme il y a un effet descendant en partant du niveau trophique supérieur qui regroupe les auxiliaires pour la suppression des bioagresseurs de niveaux trophiques inférieurs. Ce mécanisme est efficace dans un agro-système préservé où les prédateurs et/ou les parasitoïdes des espèces ravageuses sont actifs et entrent dans une logique de lutte biologique, dite de « conservation ».

➤ Bottom-up (effet des plantes)

Dans ce cas, on part du niveau trophique inférieur qui regroupe les ressources telles que les plantes pour la régulation des populations de bio-agresseurs de niveaux trophiques supérieurs. Ce mécanisme entre dans le cadre de gestion d'habitat ou de l'agro-système et son environnement (Annexe 3).

De ces mécanismes découlent trois hypothèses clés :

- H1 : L'hypothèse des ennemis naturels (enemies hypothesis) ; l'efficacité des auxiliaires augmente dans un système agricole complexe (Root, 1973 ; Russell, 1989).
- H2 : L'hypothèse du camouflage visuel (hypothesis apparency) ; certaines espèces végétales associées aux plantes cultivées perturbent le comportement des

ravageurs par des signaux olfactifs et/ou visuels (générés souvent par des substances semiochimiques et autres), en particulier dans leurs recherches de nourriture ou de sites de ponte (disruptive crop hypothesis). Certaines plantes peuvent émettre des substances volatiles qui fournissent aux insectes des informations sur la non présence de plantes hôtes ou de substances nocives, et ces plantes ou substances volatiles peuvent offrir de nouvelles méthodes de protection de culture (Pickett et Al, 2006).

- H3 : L'hypothèse de concentration des ressources (ressource concentration hypothesis) ; les plantes hôtes sont plus difficiles à trouver par les insectes quand elles sont plus dispersées et les polyphages auraient plus de difficulté à trouver la plante hôte dans les polycultures (espèces différentes taxonomiquement et génétiquement) comparativement dans la monoculture (Vandermeer, 1989).

2.2.4.4-Association des plantes (Intercropping)

L'Intercropping est la pratique de deux ou plusieurs cultures afin qu'elles réagissent entre elles suivant des modalités agronomiques (Vandermeer, 1989 ; Andrews et Kassam 1976). L'intercropping a été depuis longtemps la pratique agricole de la population marginale des régions chaudes de l'Asie, de l'Amérique Latine et de l'Afrique (Francis, 1986, Plucknett et Smith, 1986, Altieri, 1991). Avec les problèmes environnementaux, pollution, extinction des espèces utiles (disparition de la biodiversité), réchauffements climatiques, cette forme d'agriculture commence à se propager à travers le monde. De nos jours on utilise en intercropping beaucoup de grandes cultures du monde telles que : maïs, riz, haricots, d'autres légumes, ainsi que l'avoine (Parkhurst and Francis, 1986). La culture intercalaire et d'autres associations (systèmes) à forte diversité sont considérées comme une étape importante vers une agriculture durable dans les régions tropicales (Garcia-Barrios, 2003). L'intercropping favorise une plus grande diversité biologique en fournissant un habitat pour certains insectes et une bonne organisation du sol. Cette

biodiversité peut alternativement aider à limiter des manifestations de parasites de culture (Altieri, 1994). L'augmentation de la complexité de l'environnement par la culture intercalaire limite également les habitats où les bio-agresseurs peuvent trouver nourriture optimale ou conditions reproductrices (Petra et Al, 2009). La culture intercalaire offre un certain nombre d'avantages à un système de culture, notamment la stabilité, le sur rendement et le recours réduit aux produits chimiques (engrais et pesticides) (Liebman et Dyck., 1993).

Pour réaliser l'Intercropping le degré de chevauchement spatial et temporel des cultures sont importants ; les cultures doivent répondre à un système d'emblavage pour être intercalaire. Selon Andrews et Kassam (1976), pour obtenir des résultats efficaces et satisfaisants, l'intercropping doit répondre à 4 critères essentiels : arrangement spatial, densité des plantes, date d'échéance des cultures et architecture des plantes. De nombreux types de culture intercalaire, dépendant du mélange temporel et spatial à un certain degré, ont été identifiés.

- Intercalaire mixte : semis d'une plante à croissance rapide et d'une autre à croissance lente, ce qui entraîne la séparation des deux récoltes.
- Utilisation des bandes de cultures différentes, assez larges et suffisamment proches (favorisant l'interaction) pour permettre la gestion de l'espace et des bioagresseurs (Petra et Al, 2009)
- Culture relais intercalaire : plantation d'une seconde culture lorsque que la première culture est à son stade de reproduction, mais avant la récolte.
- Culture intercalaire mélangée : croissance de deux ou plusieurs cultures à la fois, avec au moins l'une d'elles plantée en rang.

Dans le cadre de cette expérimentation, on utilise des plantes de services mélangées avec la tomate.

La relation trophique entre les espèces (animales, végétales, bactériennes, fongiques...) est très complexe à la fois dans l'écosystème et l'agrosystème, de ce fait, une association de culture ne peut pas tout offrir ; les espèces considérées comme plantes de services en compagnonnage ne peuvent résoudre que certains problèmes écologiques, alors que d'autres peuvent persister voir s'aggraver. Par exemple, c'est le cas de l'association tomate-cucurbitacées qui possède une action négative sur les aleurodes, mais augmente le risque de flétrissement bactérien (Shuster, 2004 ; Yin et Thieer, 2002).

2.2.4.5- Importance des plantes aromatiques dans l'intercropping

L'intercropping avec des plantes aromatiques offre beaucoup d'avantage pour le contrôle de bioagresseurs et le recyclage d'éléments nutritifs (Fisher, 1987 ; Rizvi, 1987). Le compagnonnage, est souvent encouragé dans la presse populaire, mais en grande partie non testée dans la littérature horticole ou scientifique. Quelques études apparues dans la littérature entomologique recommandent le compagnonnage dans le but de dissuader les insectes nuisibles (Finch et al., 2003) ; Held et al., 2003) tout en réduisant la pression des insectes (Andow, 1991 ; Smith et McSorely, 2000). Riotte, (1975), encourage l'association de culture tomate (*Lycopersicon esculentum*) et basilic (*Ocimum basilicum*), car elles exploitent le sol différemment, et permettent d'améliorer la croissance de la tomate. Le *Tagetes sp*, plante compagne, produit ses effets par la production d'odeur due à des volatiles qui masquent celle de la plante hôte (Bernays et Chapman, 1994 ; Blaney et al., 1987 ; Dethier et al., 1997; Franck, 1983 ; Tahvanainen et Root, 1972 ; Thiery et visser, 1980 ; Uvah et Coaker, 1984), donc l'atterrissage n'est jamais effectué par l'insecte . Plusieurs essais sur des plantes aromatiques, *Allium cepa* par exemple, ne prouvent pas encore l'évidence des volatiles comme étant facteur perturbateur des grandes fonctions des insectes (ponte, site alimentaire ...), mais vérifient l'hypothèse de la dilution des ressources (Finch et al., 2003).

Les plantes aromatiques produisent des substances chimiques qui ont la propriété de pesticide (bio pesticide).

III.-METHOLOGIE

3.1- Site de l'étude

L'étude a été menée à Ste Anne (Longitude : 60.88° nord ; Latitude : 14.43° sud), sur le domaine expérimental de la SECI (Station d'Essais en Cultures Irriguées). Ce site est localisé au Sud de la Martinique, région sèche avec une pluviométrie moyenne de 126 mm et une température moyenne 26.6°C, et qui possède des vertisols.

3.2-Matériel végétal

3.2.1-Le Basilic (*Ocimum basilicum*)

Le Basilic est un arbuste de la famille des Lamiaceae, possédant de glandes sous épidermiques aromatiques, très utilisé en médecine et cuisine (emblème de la cuisine Italienne). La saveur du basilic est due à des composés volatiles, essentiellement phenylpropanoïdes et monoterpènes qui se trouvent dans les structures hautement spécialisées, à savoir des glandes situées des deux côtés de la feuille, et stockée dans la poche entourant la glande. Les jeunes feuilles possèdent plus de glandes, correspondant au contenu d'huile, que les vieilles feuilles (Luigi et Al, 2006). C'est une plante héliophile, qui ne tolère pas l'excès d'eau ; et pour obtenir une meilleure couverture végétale, il faut enlever toujours les fleurs, ce qui permettra d'augmenter son arôme (Guedeflais, 2010).

Le basilic possède différents cultivars classés en fonction de leurs caractères génotypiques et leurs composés chimiques.

Dans le cadre de l'étude on a choisi trois cultivars avec des arômes différents : Anis (B1) caractérisé par des grandes feuilles vertes et des tiges violettes (photo 3) ; Citron

(B2) caractérisé par des feuilles de couleur vert clair et de tiges vertes (photo 4) ;
Cannelle (B3) caractérisé par des tiges petites feuilles vertes brillantes et des tiges
violette (photo 5).



Photo 3- Basilic Anis



Photo 4- Basilic Citron



Photo 5- Basilic Cannelle

3.2.2- Le Gwo Diten (*Plectranthus amboinicus*)

Le Gwo Diten est une plante annuelle de la famille des Lamiaceae, vivace et arbuste, couvert de poils glanduleux et possède des glandes sous-épidermiques aromatiques (photo 6). Les fleurs de l'espèce sont hermaphrodites, zygomorphes, blanches, jaunes, mauves ou pourpre. C'est une plante très utilisée dans la médecine traditionnelle. Il possède de nombreux synonymes : *Plectranthus amboinicus*, *Coleus amboinicus* Lour. et *Coleus aromaticus*, *Plectranthus aromaticus* (Benth.). L'espèce *P. amboinicus* est riche en huiles essentiels (mono et sesquiterpènes) tels que : α -pinène, camphène, 1-octène, β -pinène, mycène... (Castillo and González ,1999).



Photo 6- Gwo-Diten

Le Tableau 1 les caractères morphologiques des plantes aromatiques.

Espèce	Feuille			Fleur
	forme	Type de feuille	pilosité	
Basilic anis (B1)	Ovale	dentée	Glabre	Violette et blanche
Basilic citron (B2)	Ovale	simple	Peu de poils	Blanche
Basilic cannelle (B3)	Ovale	dentée	Glabre	Violette
Gwo Diten (G)	Ronde	dentée	Beaucoup de poils	

3.2.3-La tomate : *Lycopersicon esculentum*

Dans le cadre de l'expérimentation on utilise la variété semi-indéterminée « HeatMaster » (photo 7). C'est la variété la plus cultivée à la Martinique, donnant des gros fruits pouvant être récolté dès 6 semaines après la plantation.



Figure 7- variété Heat Master (Metty, 2010)

3.3 –Dispositif expérimental

Dispositif en Split-Plot avec 3 blocs et 2 facteurs étudiés (Figures 1&2):

- Association plante aromatique et tomate (facteur principal): Tomate ; Tomate x Gwo Diten (G-T) ; Tomate x Basilic 1 (B1-T) ; Tomate x Basilic 2 (B2-T) ; Tomate x Basilic 3 (B3-T)
- Distance par rapport à la bande de plante aromatique (sous-facteur) : L0 (ligne associée aux plantes aromatiques) ; L+1 (ligne à 1 mètre des plantes aromatiques) ; L+2 (ligne à 2 mètres des plantes aromatiques).

La superficie totale de la parcelle est 1583.2 m², (SAU, 510 m²), avec une densité de 20000 plantes/ha, la distance entre les parcelles est 9.5 m, et la distance entre les blocs est de 7.4 m

Dans chaque bloc il y a trois parcelles de 10 lignes de tomate chacune, séparées en sous parcelles, soient 12 demi-parcelles de 5 lignes de tomate. Les plantes aromatiques sont associées aux tomates en bordure de parcelle.

Pour s'assurer d'une bonne infestation, des bandes de concombre (*Cucumis sativus*) ont été plantées à proximité de chaque bloc 60 jours avant l'expérimentation et arrachées 7 jours après la plantation.

Figure 8: Schéma du dispositif expérimental

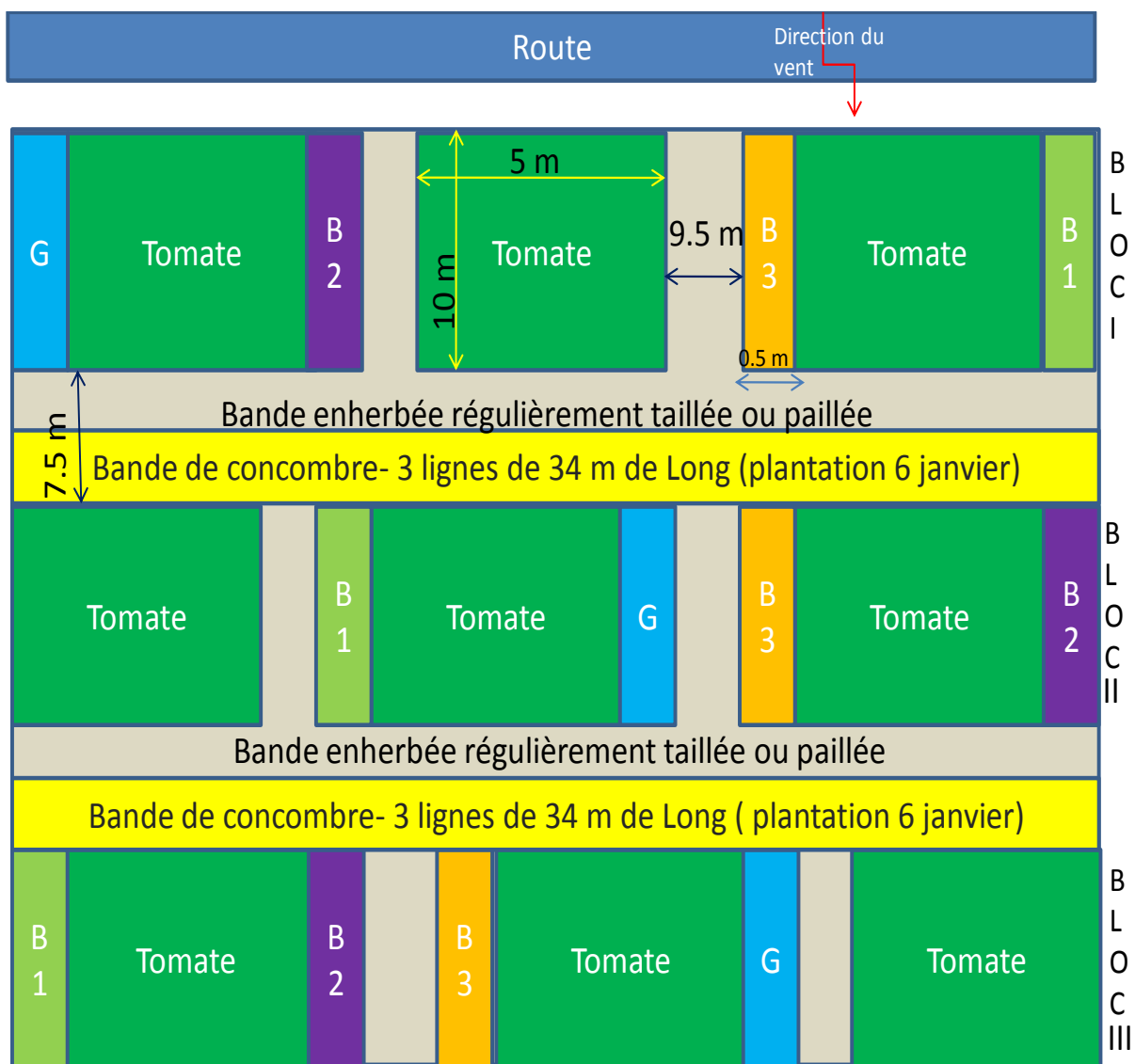
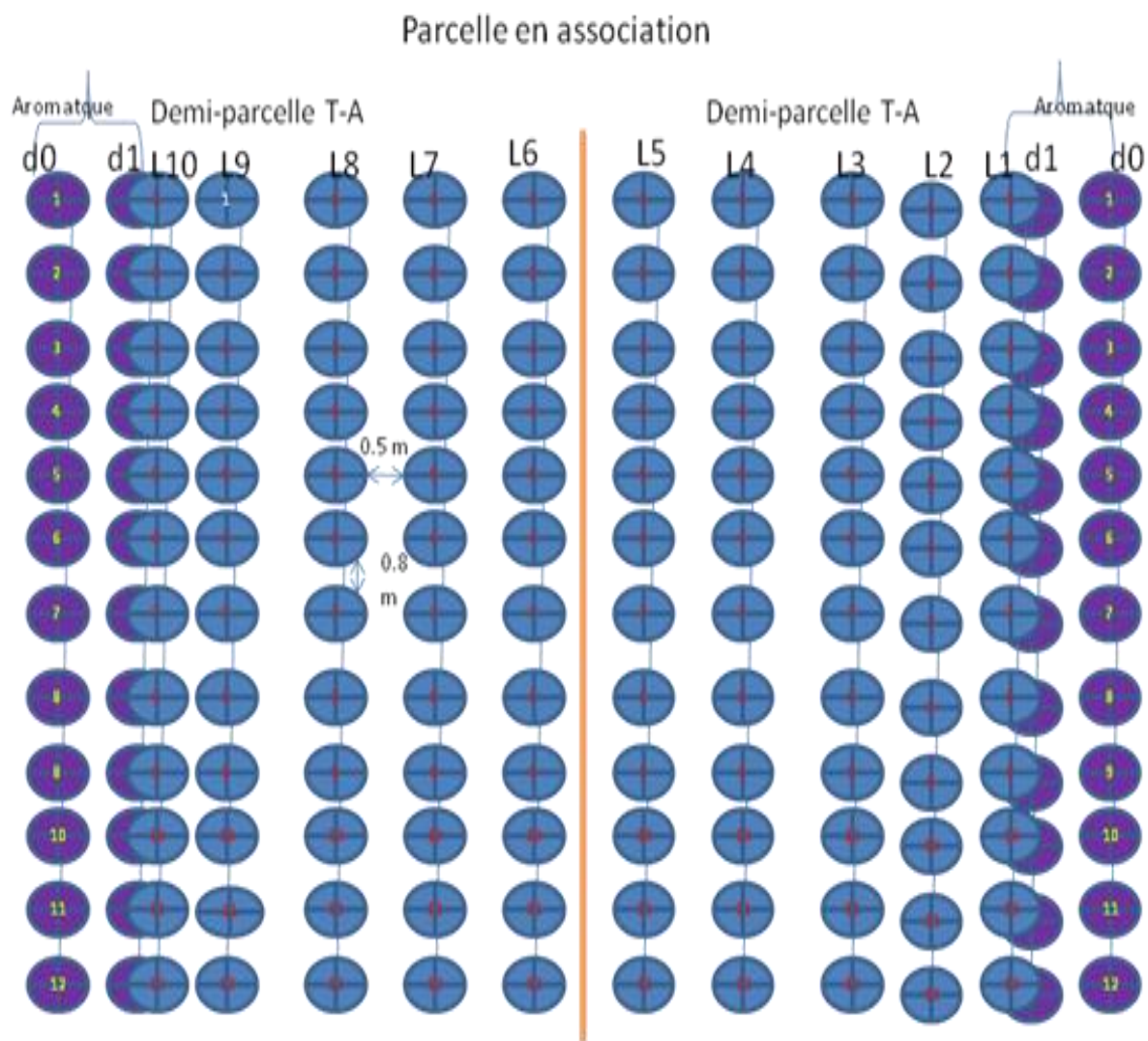


Figure 9 : Zoom d'une parcelle



3.4. –Observations

3.4.1.-Développement de la tomate

Les stades phénologiques de la tomate sont notés, chaque semaine, sur 8 plants sur les lignes des bordures des parcelles associées (L0) et on compte le nombre bouquets /ouverts (à partir d'1 fleur ouverte), le nombre de bouquets/noués (à partir d'un fruit noué) et le nombre de fruits noués. Ces paramètres permettent d'évaluer la précocité de la tomate suivant le type de plantes aromatiques associé et d'avoir une idée sur le potentiel de rendement de chacune des associations.

Le traitement statistique GLM-ANOVA se fait seulement sur la ligne de bordure, modèle DBCA.

3.4.2- Dénombrement des larves d'aleurodes et des œufs et des larves de noctuelle

Le dénombrement des adultes n'est pas pris en compte, parce que les adultes bougent énormément.

Tous les 15 jours, on prélève une feuille sur 5 plants de tomate échantillonné par ligne et sur les 3 lignes L0, L+1 et L+2. L'échantillonnage est alterné afin qu'un plant ne soit échantillonné une fois par mois pour éviter que tout biais sur la croissance des plantes. Le choix de la feuille se fait sur le tiers supérieur du plant en prenant de préférence la feuille situé près du bouquet le plus fleuri (quand il y en a), car la population d'œufs et larves d'*H. zea* se trouvent avec une concentration beaucoup plus importante tout près du bouquets fleuri (Alvarado-Rodriguez et al., 1982).

Les échantillons prélevés sont ensuite placés au réfrigérateur avant l'observation au laboratoire (Hoffmann et al., 1991 ; Alvarado-Rodriguez et al., 1982 ; Zehnder et al., 1995). Le dénombrement des œufs et des larves se fait sous lampe binoculaire sur la face inférieure pour les aleurodes, car les larves d'aleurodes se trouvent sur la face inférieure des feuilles (Blackmer et Byrne, 1993 ; Byrne et al., 1996), et les deux faces pour *H. zea*. Le premier prélèvement a été fait le 15/03/2011, soit 15 jours après la plantation.

Les traitements statistiques, GLM-ANOVA modèle split plot (SAS) sont effectués sur les dénombrements après transformation logarithmique ($\ln(x+1)$). 3.4.3-La caractérisation des plantes aromatiques

3.4.3-La caractérisation des plantes aromatiques (Tableau 1)

Les observations ont été faites, les 30/04/2011 et 30/05/201, soient un et deux mois après la plantation.

➤ les insectes des feuilles

Un échantillon de 10 feuilles fraîches, après la pesée, est prélevé par plant, et ces échantillons sont observés sous lampe binoculaire pour évaluer les œufs et larves présents sur les espèces ou cultivars.

➤ La biomasse des organes aériens

Les plants prélevés et les feuilles observées sont placés au congélateur à 4-5°C, puis on a fait la pesée du poids frais de la tige et des feuilles, ensuite les échantillons pesés sont placés à l'étuve 70°C pendant une semaine, après on les a récupérés et faire la mesure du poids sec de la tige et des feuilles. Le poids frais et le poids sec permettent de calculer le pourcentage de matière sèche, qui est nécessaire, car les composés biochimiques ou semiochimiques (volatiles) se trouvent dans la matière sèche et ensuite à partir du poids frais total et du poids frais des feuilles on calcule le pourcentage feuille.

Les traitements statistiques GLM-ANOVA sont faits sur le poids frais des feuilles, le taux de matière sèche et le pourcentage de feuilles (le traitement des pourcentages se fait avec $\arcsin(X)$).

IV- Résultat

4-1- Développement de la tomate dans les différentes associations

association	nombre de bouquets fleuris	nombre de bouquets noués	nombre de fruits noués
B1-T	6 ± 0,32	3 ± 0,16	6 ± 0,36
B2-T	6 ± 0,32	4 ± 0,28	9 ± 0,61
B3-T	6 ± 0,36	4 ± 0,23	6 ± 0,45
G-T	6 ± 0,31	4 ± 0,19	10 ± 0,47
T	7 ± 0,36	5 ± 0,26	10 ± 0,52

Tableau 2-les stades phénologiques de la tomate dans les différentes associations

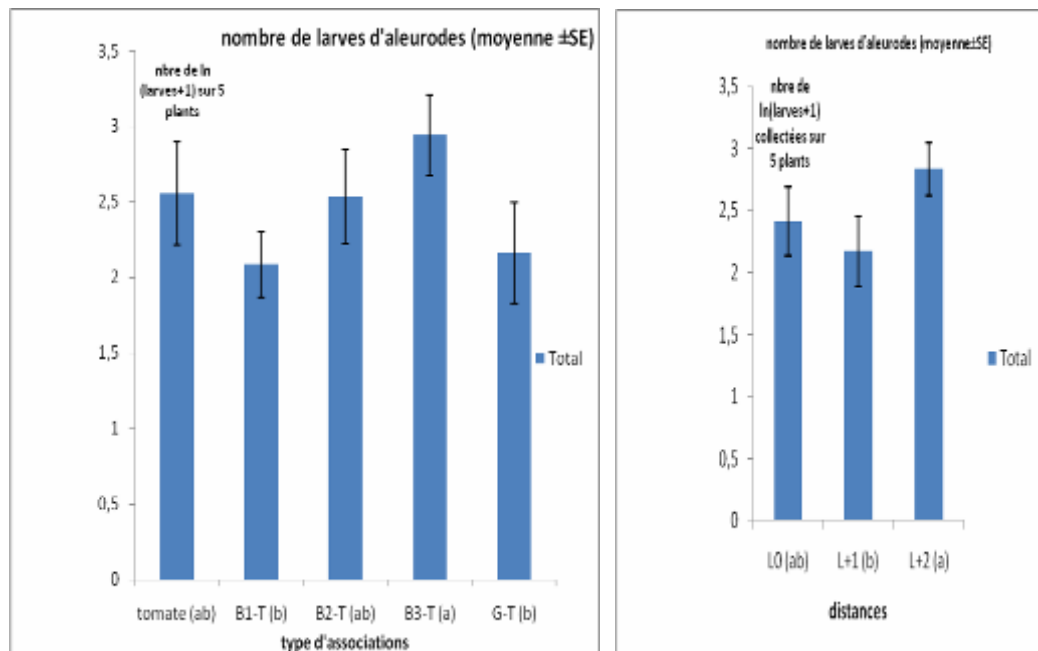
Il n'y a aucune différence sur le développement de la tomate dans les différentes associations ; le pic de floraison de toutes les parcelles est atteint le 7 avril 2011, soit 7 jours après le début de floraison (24 mars). Après cette date 90% des plants de l'essai ont été déjà sévèrement attaqués par la virose, mais dans la parcelle B1-T, il avait encore des bouquets fleuris, contrairement aux autres où tous les bouquets fleuris avaient coulé. Cette sévère contamination n'a pas empêché le développement des fruits noués (annexe 4).

4.2-Répartition du nombre de larves d'aleurodes (*Bemisia tabaci*) dans les différentes associations

4.2.1- Répartition du nombre de larves d'aleurodes à la date du 30 mars

La variation du nombre de larves d'aleurodes est due d'une part à l'association ($F= 2,75$ et $p<0,046$) et d'autre part à la distance ($F= 5.11$ et $p<0.012$); avec une plus grande

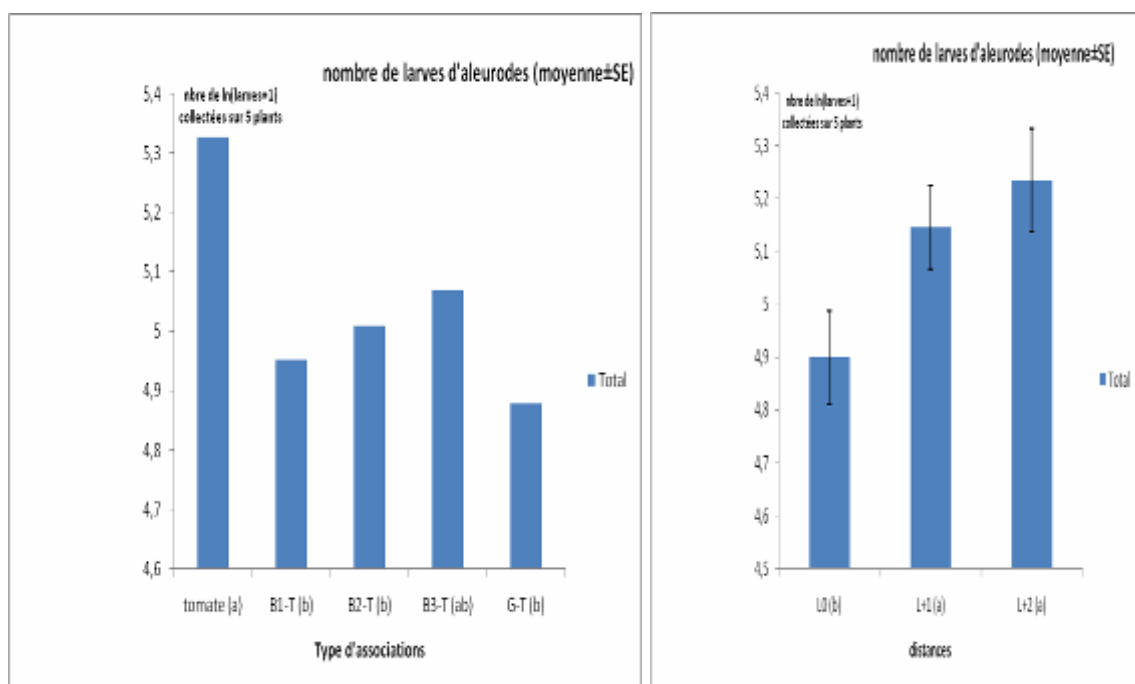
significativité de la distance (annexe). Par ailleurs on observe que les associations B1-T et G-T possèdent en moyenne un nombre d'aleurodes plus faible par rapport aux autres associations avec respectivement 2.08 et 2.16 aleurodes pour 5 feuilles, contre 2.94 2.55 et 2.53 respectivement pour B3-T, T et B2-T ; mais ces différences de B1-T et G-T sont similaire à la parcelle de témoin et différentes de l'association B3-T (Figure 1). Au niveau de la distance, L+1 est moins infestée que L+2. (Annexe 6).



Graphique 1 : Nombre moyen de larves d'aleurodes pour 5 feuilles sur les plants de tomate en fonction du type d'association et de la distance à la date du 30 mars. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

4.2.2- Répartition du nombre de larves d'aleurodes pour la durée de l'étude

L'association ($F=3,81$ et $p<0,013$) et la distance ($F=4,97$ $p<0,014$) jouent un rôle significatif sur la variation du nombre de larves d'aleurodes sur le cumul des dates. Le graphique 2 traduit presque la même tendance observée à la date du 30 mars 2011, mais ici l'association est plus significative que la distance. On observe que les associations G-T, B1-T et B2-T sont différentes de l'association T (témoin). Au niveau de la distance, L0 présente un taux d'infestation plus faible que les autres (L+1 et L+2) (annexe 7).



Graphique 2 : Nombre cumulé moyen de larves d'aleurodes sur les plants de tomate sur toute la durée de l'essai en fonction du type d'association et de la distance. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

4.3- La répartition des autres insectes dans les différentes associations

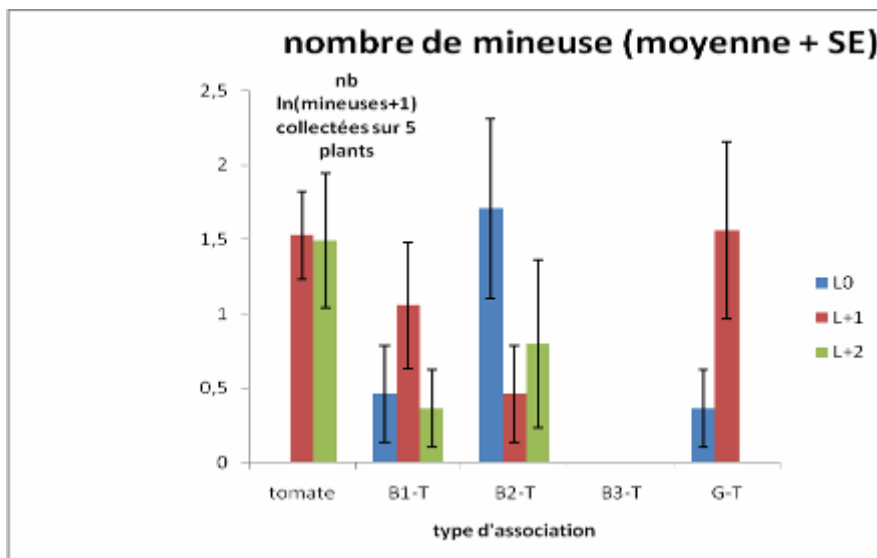
4.3.1-*Helicoverpa zea*

La faible population d'*Helicoverpa* observé durant l'essai, ne permet pas de conclure que la distance et l'association jouent un rôle dans les moindres petites variations observées. Cependant on note qu'il n'y a pas d'*Helicoverpa zea* dans les tomates associées au Gwo Diten tandis que pour les autres tomates nous avons observé la présence de H.zea sur 3% des feuilles collectées avec en moyenne un individu par feuille.

4.3.2- *Thrips palmi*

On a observé une population de *Thrips sp* importante à la date du 15 mars. La variation du nombre de Thrips observé n'est pas significatif dans les différentes associations à cette date ($F= 1.13$ et $P= 0.37$) (annexe 8).

4.3. 3-Les Mineuses



Graphique 3 : Nombre cumulé moyen de mineuses sur les plants de tomate à la date du 15 mars.

Le nombre de mineuse observé est dû au facteur d'interaction distance*association ($F= 2.49$ $p<0.034$). On observe que lorsqu'on combine les trois distances avec l'association B3-T, la population de mineuses est nulle (annexe 9).

4.4- Caractérisation des plantes agronomiques (Tableau 3)

Les plantes aromatiques en passant de la date du 5 avril à la date 5 mai gagnent en poids frais au niveau des feuilles, donc les plantes se sont bien développées. Ce développement est différent entre les espèces, l'analyse de variance sur les deux dates confirme la significativité à la fois des dates ($F= 13.23$ et $p<0.002$) et des espèces ($F= 6.31$ et $p<0.0045$) ; et la comparaison des moyennes montre que le développement de

Gwo Diten set supérieur à celui des basilics. Cependant les taux de matière sèche des différentes espèces sont similaires aux deux dates.

Le nombre de larves d'aleurodes qui se trouvent sur les feuilles des plantes aromatiques est lié premièrement à la date ($F= 4.77$ et $p<0.043$) et deuxièmement à l'espèce ($F= 4.86$ et $p<0.012$). On a observé que le nombre d'aleurodes est significativement supérieur pour l'espèce basilic cannelle (B3), particulièrement un mois après la plantation. Le pourcentage des poids frais montre qu'à mesure que les plantes se développent elles se lignifient en mettant en place plus de tiges ou de branches que de feuilles, l'analyse de variance du pourcentage de feuilles confirme cette significativité avec premièrement les dates ($F= 120.79$ et $p<0.0016$) ; et les espèces ($F= 34.19$ et $p<0.0081$).le pourcentage de feuilles du Gwoo Diten est supérieur à celui des basilics (annexe 10).

Date	Espèce	Biomasse feuille (moyenne \pm SE)			Aleurodes (moyenne \pm SE)
		Pds frais (g)	% feuilles	Taux de ms	
5 AVRIL	B1	123,81 \pm 16,83 (a)	75% (a)	10,91 \pm 1,21 (a)	0,78 \pm 0,29 (a)
	B2	89,16 \pm 14,87 (a)	71% (a)	11,61 \pm 1,86 (a)	0,67 \pm 0,33 (a)
	B 3	120,53 \pm 9,85 (a)	65% (a)	14,05 \pm 1,07 (a)	8,33 \pm 3,08 (b)
	G	190,64 \pm 18,99 (b)	80% (b)	9,78 \pm 1,11 (a)	0,56 \pm 0,50 (a)
5 MAI	B1	182,56 \pm 21,03 (a)	61% (a)	28,25 \pm 3,79 (a)	0,44 \pm 0,26 (a)
	B2	150,63 \pm 14,99 (a)	51% (a)	27,09 \pm 2,85 (a)	0,11 \pm 0,10 (a)
	B3	199,14 \pm 24,38 (a)	50% (a)	38,70 \pm 2,46 (a)	1,11 \pm 0,48 (b)
	G	423,23 \pm 89,13 (b)	69% (c)	35,23 \pm 7,52 (a)	0,22 \pm 0,20 (a)

Tableau 3 : Biomasse des feuilles et le taux d'infestation des différentes espèces de plantes aromatiques. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

V- Discussion

Les paramètres agronomiques pris en compte ne montrent pas qu'il y a de compétition entre les plantes associées. Pourtant toutes les parcelles ou toutes les associations atteignent leur pic de floraison en même temps soit le 7 avril 2011. Selon la fiche technique de la variété Heat master, variété semi-indéterminée, il y a aucun retard observé sur la date de floraison (soit un mois après la plantation, (FREDON)) à travers les associations. Cependant l'association B1-T a été en fleurs au-delà de cette date, car les autres qui ont été en nouaison n'avaient plus de fleurs, en raison de l'énorme attaque virale (toutes les parcelles). En terme agronomique, on suppose que les plantes aromatiques ne sont pas très gourmandes pour les éléments nutritifs du sol, et que l'association tomate-plante aromatique n'exploite pas le sol de la même manière. Riotte, (1975), encourage l'association de culture tomate (*Lycopersicon esculentum*) et basilic (*Ocimum basilicum*), car elles exploitent le sol différemment, et permettent d'améliorer la croissance de la tomate).

A la date du 15 mars (15 jours après la plantation) (annexe 5), il n'y avait pas de différence significative entre les différentes associations, ni entre les distances. On suppose qu'il n'y avait pas suffisamment de feuilles sur les plantes aromatiques ; selon Luigi et al(2006), les substances volatiles qui agissent sur les bioagresseurs se trouvent dans les feuilles (des composés chimiques qui présentent des propriétés antioxydants et des propriétés biologiques contre les insectes, les champignons et les microorganismes). On peut supposer que la hauteur des plants de tomate (plus élevée que les plants aromatiques) les rendait plus visibles pour les aleurodes (hypothèse dilution des ressources).

Les résultats du 30 mars (un mois après plantation) et de toute la période d'essai montrent des différences significatives entre les associations et les distances l'association et de la distance. A partir du 30 mars, les associations tomate basilic anis et

« Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (*Ocimum basilicum*) et gwo diton (*Plectranthus amboinicus*) associées à la tomate (*Lycopersicon esculentum*) sur les populations de ravageurs (*Bemissia tabaci* et *Helicoverpa zea*) et sur le développement de la tomate »

tomate gwo ditén ont les plus faibles taux d'infestation, et l'association tomate basilic cannelle présente le fort taux d'infestation. On suppose qu'à cette date les plantes aromatiques commencent à émettre des substances volatiles ; selon Piquet et al., (2010) les aleurodes suivent les signaux olfactifs et/ ou visuels.

On suppose que les associations tomate basilic anis et tomate gwo ditén présentent plutôt un effet répulsif, car il y a plus d'insecte à mesure qu'on s'éloigne de la bordure tandis que l'association tomate-basilic cannelle possède un effet attractif de réservoir, car l'association tomate-basilic cannelle présente sur fort taux d'infestation, et ne pas avoir l'effet attractif plantes pièges (une culture piège est une espèce cultivée avec la culture principale et qui est plus attractive pour le ravageur en tant que ressource alimentaire ou un site de ponte afin de détourner celui-ci de la culture principale (Hokkanen, 1991)).

A la date du 30 mars, comme il n'y a pas une différence entre la distance L0 (sur la ligne de bordure aromatique) et L+1 (la ligne à un mètre de la bordure aromatique), l'analyse sur le facteur distance se fait sur le cumul des dates. On observe à mesure qu'on éloigne de la bordure à mesure que l'infestation devient plus importante. Et comme il n'y a pas de compétition entre les plants de tomates et les plants aromatiques au niveau de la ligne L0, il serait recommandé de planter les plants tout près des plantes aromatiques.

Sur l'ensemble de l'étude, la faible population d'*Helicoverpa zea* observée ne permet de faire aucune analyse ni sur sa répartition, ni sur sa présence liée avec une association bien déterminée ; mais sa simple observation apporte comme information formulée sous forme d'hypothèse que certaines espèces plantes aromatiques hébergent des noctuelles ou ne protègent pas la tomate de la pullulation de ces dernières.

Dans les deux premières dates, on observe un fort taux d'infestation de *Thrips palmi* (à la date du 15 mars) et de mineuse (à la date du 30 mars), mais après ces dates les populations n'étaient plus présentes. Seule l'association (tomate-basilic cannelle)

présente une infestation nulle de mineuse. Cela confirme la limite de l'étude, que la relation trophique entre les espèces (animales, végétales, bactériennes, fongiques...) est très complexe à la fois dans l'écosystème et l'agrosystème, et de ce fait, une association de culture ne peut pas tout offrir ; les espèces considérées comme plantes de services en compagnonnage peuvent résoudre que certains problèmes écologiques, alors que d'autres peuvent persister voir s'aggraver (Shuster, 2004 ; Yin, 2002). Car en dehors de l'efficacité de l'association tomate-basilic cannelle sur la population de mineuse, elle présente le plus fort taux d'infestation de larves d'aleurodes.

Il y a aussi les caractéristiques physico-chimiques, tels que la densité de trichomes, la forme et la densité du feuillage et la pilosité (Berlinger, 1986), les aleurodes pondent leurs œufs sur des surfaces généralement glabres (Oriani, and Vendramim 2010), cela explique le taux d'infestation très faible du gwo diton, car il possède des feuilles avec beaucoup de poils; mais l'association B1-T, de feuille lisse (très propice à la ponte des adultes d'aleurodes), présente une moyenne de larve beaucoup plus faible que les autres cultivars de basilic, on suppose que cela est dû aux substances dégagées par le basilic anis, qui seraient différentes de celles des autres espèces.

Le pourcentage de feuille présent semble avoir joué un rôle dans la variation de larves d'aleurodes. Les espèces qui possèdent le pourcentage de feuille les plus élevés sont celles qui sont moins infestées à savoir Gwo Diten et Basilic anis. On suppose cela est vrai selon l'hypothèse de Luigi et al (2006), qui affirme que les substances volatiles des plantes aromatiques se trouvent leurs feuilles.

VI- Conclusion et Recommandations

Cette étude montre que la polyculture permet de réduire les pullulations d'aleurodes sur la tomate, par contre plusieurs facteurs jouent sur cette diminution, comme le type de plante associée, son arrangement avec la tomate, sa date d'échéance avec la tomate. Ainsi l'étude montre que deux variétés à savoir basilic anis et gwo ditén permettent de réduire la population de larves d'aleurodes sur les feuilles de tomate

Les deux espèces très prometteuses à savoir basilic anis et le gwo ditén devraient faire l'objet d'études plus avancées telles que :

- Leurs compositions chimiques, et les types de composés volatiles émettent qui agissent sur les aleurodes ;
- Leurs biologies, savoir à quel stade, elles émettent beaucoup plus de volatiles ;
- Leurs principes d'association avec la tomate (arrangement spatial, densité des plantes, date d'échéance des cultures).

Tenant compte du contexte de l'étude et des enjeux économiques et sociaux, cette expérimentation reste une première vers une démarche plus approfondie. Pour cela, une vraie recommandation à la fois pour Haïti et La Martinique, l'agroécologie est une bonne voie, mais les moyens d'y accéder sont minimes, donc les résultats sont lents ; toutefois pour ceux qui veulent tenter cet univers, l'association Gwo Diten-Tomate et Basilic anis-Tomate pourraient apporter des bons résultats en termes de gestion d'habitat et de protection de culture.

VII-Bibliographie

Agreste Martinique N° 6 - novembre 2008. Sources : Agreste - RA 2000 et Enquêtes structures 2005 et 2007.

Altieri M. A., Nicholls C. I., 2004. Biodiversity and pest Management in Agrosystems. Food Products Press, Binghamton, NY, USA, 236p

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. 1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems, New York, USA, Haworth Press. 214 p.

Altieri, M.A., 1991. Traditional farming in Latin America. *The Ecologist* 2, 93–96p.

Alvaro-Rodriguez, B., T. Leigh, and H. Lange, 1982. Oviposition site preference by the tomato fruitworm (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato, with notes on plant phenology. *J. Econ. Entomol.* 75: 895-898.

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-86.

Andrews, D.J., Kassam, A.H., 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: Papendick, R.I., Sanchez, A., Triplett, G.B. (Eds.), *Multiple Cropping*. ASA Special Publication 27. American Society of Agronomy, Madison, pp. 1–10.

Bellows TS, Perring TM, Gill RJ, Headrick DH (1994) Description of species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann Entomol Soc Am* 87:195–206

Berlinger, M. J. (1986). "Host plant resistance to *Bemisia tabaci*." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 17(1-2): 69-82.

Bernays EA, Chapman RF. 1994. Host-plant Selection by Phytophagous Insects. Contemporary Topics in Entomology 2. New York: Chapman and Hall.

Blackmer J. L.; Byrne, D. N. (1993) Flight behaviour of *Bemisia tabaci* in a vertical flight chamber: effect of time of day, sex, age and host quality. *Physiological Entomology* 18(3):223-232

Blaney et al., 1987 W.M. Blaney, M.S.J. Simmonds, S.V. Ley and R.B. Katz, An electrophysiological and behavioural study of insect antifeedant properties of natural and synthetic drimane-related compounds, *Physiological Entomology* **12** (1987), p. 281–291.

Bonato O., Lurette A., Vidal C., Fargues J. (2007) Modelling temperature-dependent Oliveira M.R.V., Henneberry T.J., Anderson P. (2001) History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20:709-723 binomics of *Bemisia tabaci* (Q-biotype). *Physiological Entomology* 32: 50-55

Byrne D.N., Isaacs R. and Klaas H. Veenstra (1996) Local Dispersal and Migration by Insect Pests and Their Importance in IPM Strategies. IMP World Text Book :9

Byrne, F. J. and A. L. Devonshire. 1996. Biochemical Evidence of Haplo-diploidy in the Whitefly *Bemisia tabaci*. *Biochemical Genetics* 34: 93-107.

Capinera, J.L. 2001. Handbook of Vegetable Pests. Academic Press, New York. 729 pp.
Castillo RAM, González VP. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Rev Cubana Plant Med 1999;3(3):110-5.

CIFE Conférence Internationale Francophone d'Entomologie N°4, Saint-Malo , France (05/07/1998) 1999, vol. 35, SUP (581 p.) (22 ref.), [Notes: Selected papers], pp. 46-53

Czosnek, H., and Laterrot, H. (1997). A worldwide survey of tomato yellow leaf curl viruses. Arch. Virol. 142, 1391–140

DAF, L'année économique et sociale 2008 en Martinique

Dalgaard, T., N.J. Hutchings and J.R. Porter (2003) Agroecology, scaling and interdisciplinarity. Agriculture, Ecosystems & Environment, 100(1) pp. 39-51

Delatte H, Reynaud B, Granier M, Thornary L, Lett JM, Goldbach R et al (2005) A new silverleaf-inducing biotype Ms of Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) indigenous of the islands of the south-west Indian Ocean. Bull Entomol Res 95:29–35.

Dethier VG (1982) Mechanism of host plant recognition. Entomologia Experimentalis et Applicata 31: 49–56.

Dethier, M., Sakubu, S., Ciza, A., Cordier, Y., Menut, C. and Lamaty, G., 1997. Aromatic plants of Central Africa XXVIII. Influence of cultural treatment and harvest time on vetiver oil quality in Burundi. Essential Oil Res. **9**, pp. 447–451

Diongue, A., N. S. Talekar, Y. F. Chang, and P. Y. Lai. 2004. Ovipositional responses of the tomato fruitworm (*Helicoverpa armigera*) (Lepidoptera: Noctuidae) to the presence of eggs and to different stages of the tomato plant. Plant Protect. Bull. (Taipei) 46: 303–314. Ent. 39: 377–400 Entomol. 34: 17-52.

Finch, S., H. Billiald, & R.H. Collier. 2003. Companion planting - do aromatic plants disrupt host-plant finding by the cabbage root fly and the onion fly more effectively than non-aromatic plants? Entomologia Experimentalis et Applicata 109: 183-195.

« Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (*Occimum basilicum*) et gwo diten (*Plectranthus amboinicus*) associées à la tomate (*Lycopersicon esculentum*) sur les populations de ravageurs (*Bemissia tabaci* et *Helicoverpa zea*) et sur le développement de la tomate »

Finch, S., H. Billiald, & R.H. Collier. 2003. Companion planting - do aromatic plants disrupt host-plant finding by the cabbage root fly and the onion fly more effectively than non-aromatic plants? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109: 183-195.

Firempong, S., and M. P. Zalucki. 1990. Host plant selection by *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): role of certain plant attributes. *Aust. J. Zool.* 37:675-683.

Firempong, S., and M. P. Zalucki. 1991. Host plant selection by *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): the role of some herbivore attributes. *Aust. J. Zool.* 39: 343-349

Fisher, N.M. 1976. Studies in mixed cropping I: Seasonal differences in relative productivity of crop mixtures and pure stands in the Kenya highlands. *Experimental Agriculture* 13: 177-184.

Fitt, G. P., 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 34: 17-52.

Francis C.A. 1986: Introduction: distribution, and importance of multiple cropping. In: C. A. Francis (ed.). *Multiple Cropping Systems*, 161-182. Macmillan, New York

Franck G (1983) *Companion Planting – Successful Gardening the Organic Way*. Thorsons Publishers, Wellingborough, UK

Garcia-Barrios L. (2003) Plant-plant interactions in tropical agriculture, in: Vandermeer J. (Ed.), *Tropical Agroecosystems*, CRC Press, pp. 11–58.

Gerling D., Howoritz A.R. (1986) Autoecology of *Bemisia tabaci*. Agriculture, Ecosystems & Environment 17:5-19

Ghanim M, Morin S, Zeidan M, Czosnek H (1998) Evidence for transovarial transmission of tomato yellow leaf curl virus by its vector, the whitefly *Bemisia tabaci*. Virology 240: 295–303

Ghanim M, Morin S, Zeidan M, Czosnek H (1998) Evidence for transovarial

Gliessman S. R., 2006. Agroecology: The ecology of sustainable Food Systems. CRC Press, Boca Raton, Fla, 408p.

Hart, Robert D. 1986. Ecological framework for multiple cropping systems. In Multiple Cropping Systems, Charles A Francis (ed.). 40-56. New York: Macmillan.

Held DW, Gonsiska P, Potter DA. 2003. Evaluating companion planting and non-host masking odors for protecting roses from the Japanese beetle (Coleoptera : Scarabaeidae). Journal of Economic Entomology 96: 81–87.

Hoffmann G, Sweetman L, Bremer HJ, et al. Facts and artefacts in mevalonic aciduria: development of a stable isotope dilution GCMS assay for mevalonic acid and its application to physiological fluids, tissue samples, prenatal diagnosis and carrier detection. Clin Chim Acta 1991;198:209-27.

Honda K (1995) Chemical basis of differential oviposition by lepidopterous insects. Arch Insect Biochem Physiol 30: 1-23

Hopes, Fiona. (2008). Jardiner avec la lune. Paris : Marabout
increasing world food supplies. In: Papendick, R.I.; Sanchez, P.A.; Triplett,

Jones DR (2003) Plant viruses transmitted by whiteflies. Eur J Plant Pathol 109: 195–219p.

KENNEDY, G. G. and STORER, N. P. 2000. Life systems of polyphagous arthropod pests in temporally unstable cropping systems. Annu. Rev. Entomol. 45:467–493.

Liebman, M. et E. Dyck. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological App. 3: 92-122.

Maignet P. (1995) Modalités de contrôle biologique de Bemisia tabaci (Genniadus, 1889) (Homoptera : Aleyrodidae) à l'aide de parasitoïdes (Hymenoptera : Aphelinidae). Thèse, Université de Paris-Sud, U.F.R Scientifique d'Orsay, France

Moriame, E., et Frenet, F. (2008). La croissance s'essouffle. Les comptes économiques de la Martinique en 2007, N° 8

Moriones E, Navas-Castillo J. 2000. Tomato yellow leaf curl virus, an emerging virus complex causing epidemics worldwide. Virus Research 71,123-34.

Mound, L.A.; Halsey, S.H. (1978) Whiteflies of the world, a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History), London, Royaume-Uni.

Nault, B. A. and J. Speese III. 2002. Major insect pests and economics of fresh market tomato in eastern Virginia. Crop Protection 21(5): 359-366.

OEPP/CABI (1996). Bean golden mosaic bigeminivirus; Lettuce infectious yellows closterovirus; Squash leaf curl geminivirus; Tomato mottle geminivirus; Tomato yellow leaf curl bigeminivirus. In: Organismes de Quarantaine Pour l'Europe. 2ème édition. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.

OEPP/EPPO (1989) Data sheets on quarantine organisms No. 178, *Bemisia tabaci*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 19, 733-737.

OEPP/EPPO (1990) Exigneces spécifiques de quarantaine. Document technique de l'OEPP n° 1008.

Oriani, Maria A de G and Vendramim, José D Influence of trichomes on attractiveness and ovipositional preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. Neotrop. entomol., Dec 2010, vol.39, no.6, p.1002-1007. ISSN 1519-566X.

Parkhurst, A.M. and Francis, C.A. 1986. Research methods for multiple cropping systems. IN: (Ed.), pp. 285-316. MacMilan. London.

Pfannenstiel, A. S. and K. V. Yeargan. 2002. Identification and diel activity patterns of predators attacking *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in soybean and sweetcorn. Environ. Entomol. 31: 232-241.

Pickett JA, Bruce TJ, Chamberlain K, Hassanali A, Khan ZR et al. (2006) Plant volatiles yielding new ways to exploit plant defence. Chemical Ecology: From Gene to Ecosystem (ed. by M Dicke & W Takken), pp. 161–174. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Plucknett, D.L. and Smith, M.J.H. 1986. BioScience, 6:40-45.

Purcell, J.P., Greenplate, J.T., Sammons, R.D., 1992. Examination of midgut luminal proteinase activities in six economically important insects. Insect Biochem. Mol. Biol. 22, 41–47.

Pustejovsky DE, Smith JW, Jr. (2006) Partial ecological life table of immature *Helicoverpa zea* (Lepidoptera : Noctuidae) in an irrigated cotton cropping system in the Trans-Pecos region of Texas, USA. *Biocontrol Science and Technology* 16, 727-42. Contact: Smith, J. W., Jr.; Delta and Pine Land Co, 114 W Birch, Elm Mott, TX 76640 USA.

Renwick, A.A. and Chew, F.S. 1994. Oviposition behaviour in Lepidoptera, *Annu. Rev.*

Riotte, Louise 1975. *Carrots Love Tomatoes: Secrets of Companion Planting for Successful Gardening*. Storey Books, Pownel, VT.

Rizvi, S. J. H. and V. Rizvi. 1987. Improving crop productivity in India: Role of allelochemicals. In: Waller G. R.(ed). *Allelochemicals: Role in agriculture and forestry*. Acs Symp series 330. Wash DC Amer Chem Soc.

Rizvi, S.J.H.; Tahir, M.; Rizvi, V.; Kohli, R.K.; Ansari, A. 1999. Allelopathic interactions in agroforestry systems. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18(6): 773-796.

ROOT, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod associations in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-118.

RUSSELL, E. 1989. Enemies hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory Insects and Parasitoids. *Annals of the Entomology Society of America* 18 (4): 590-599.

SALAS, J.; MENDOZA, O. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomologist*, v.78, p.154-160, 1995.

Sansone, C. G., and Smith, J. W. Jr. 2001. Natural mortality of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in short-season cotton. *Environmental Entomology* 30, 112-122p.

Schuster D.J., Stansly P.A., Polston J.E. (1995) Expressions of plant damage by *Bemisia*. *Bemisia Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management* :153-165

Schuster, D. J., P. A. Stansly, and J. E. Polston. 1996. Expressions of plant damage by *Bemisia*, pp. 153-165. In D. Gerling and R. T. Mayer (eds.), *Bemisia* 1995. Taxonomy, biology, damage, control and management. Intercept, Andover, United Kingdom.

Schuster, D. J., P. A. Stansly, and J. E. Polston. 1996. Expressions of plant damage by *Bemisia*, pp. 153-165. In D. Gerling and R. T. Mayer (eds.), *Bemisia* 1995. Taxonomy, biology, damage, control and management. Intercept, Andover, United Kingdom.

Smith, H.A. and R. McSorley, 2000. Intercropping and pest management: A review of major concepts. *American Entomologist* 46: 154-161.

Srinivasan, R. & Uthamasamy, S. (2006) Temporal variation in expression of toxicity in transgenic cottons against bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : Noctuidae). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 76, 2, pp 114-116

Storer, N. P., S. L. Peck, F. Gould, J. W. Van Duyn, and G. G. Kennedy. 2003. Spatial

TAHVANAINEN, J. O.; ROOT, R. B. 1972. The influence of vegetational diversity on population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* 10 (4): 321-346.

Thiery D & Visser JH (1986) Masking of host plant odour in the olfactory orientation of the Colorado potato beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 41: 165–172.

Torres-Vila et al (2003). L.M. Torres-Vila, M.C. Rodríguez-Molina and A. Lacasa-Plasencia, Impact of *Helicoverpa armigera* larval density and crop phenology on yield and quality losses in processing tomato: developing fruit count-based damage thresholds for IPM decision-making. *Crop Prot.* **22** (2003), pp. 521–532

UVAH, III; COAKER, T. H. 1984. Effect of mixed cropping on some insect pests of carrots and onions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 36 (2): 159-167.

VANDERMEER, J. 1989. The ecology of intercropping, Cambridge,UK, Cambridge University Press. 237 p.

Visser JH & Ave´ DA (1978) General green leaf volatiles in the olfactory orientation of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 24: 738–749.

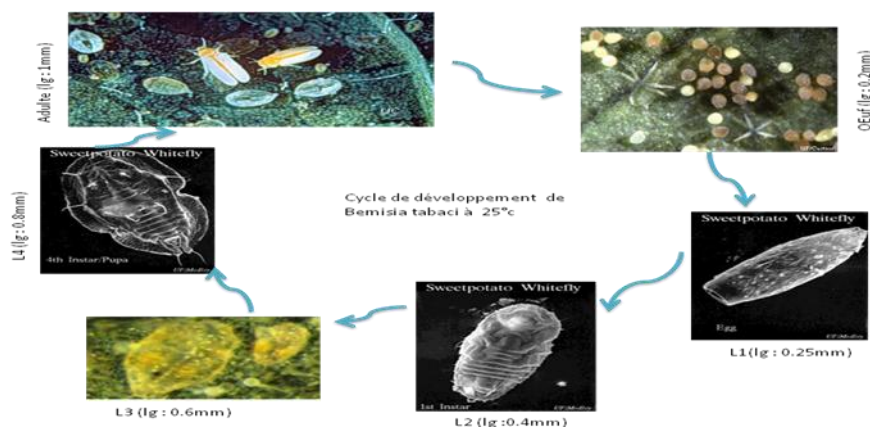
Visser JH (1986) Host odor perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 31: 121–144.

Yin, X. & Thieer, J. (2002) Effect of intercropping on tomato yellow leaf curl virus incidence on tomato. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences* 15, 54–58.

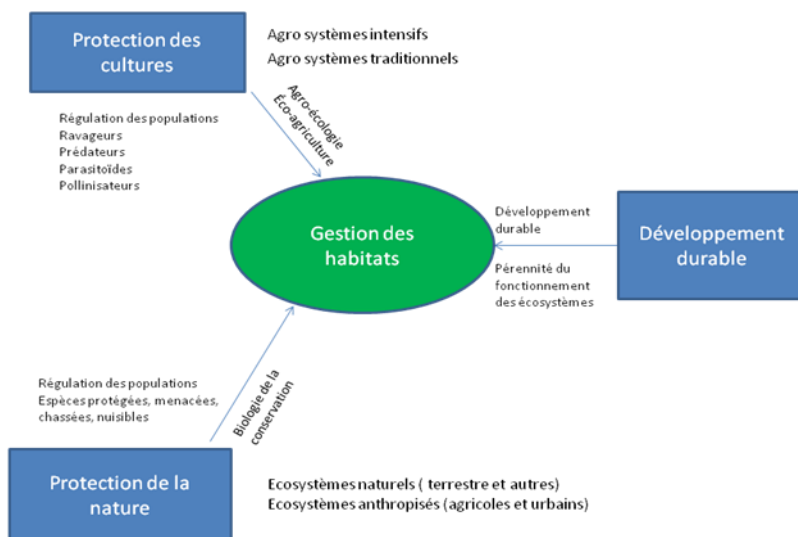
Zehnder GW, Trumble JT & White WR (1983). Discrimination of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) using electrophoresis and scanning electron microscopy. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 85: 564-574.

VII- Annexe

Annexe 1- cycle de développement Du *Bemisia tabaci*

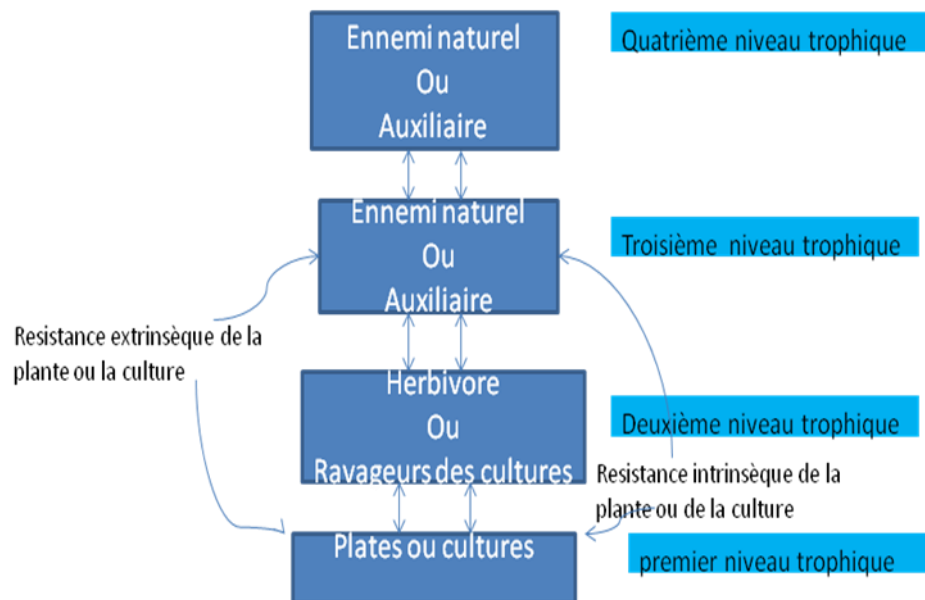


Annexe 2- schémas de base de l'agroécologie



« Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (*Occimum basilicum*) et gwo diten (*Plectranthus amboinicus*) associées à la tomate (*Lycopersicon esculentum*) sur les populations de ravageurs (*Bemissia tabaci* et *Helicoverpa zea*) et sur le développement de la tomate »

Annexe 3- interactions entre les différents niveaux trophiques des écosystèmes



Annexe 4.1- GLM-ANOVA « Nombre de bouquets ouverts »

Coef de

R-carré	Var	Racine MSE	fle Moyenne
0.432432	25.54471	6.335087	24.80000

Moyenne Valeur

« Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (*Occimum basilicum*) et gwo diten (*Plectranthus amboinicus*) associées à la tomate (*Lycopersicon esculentum*) sur les populations de ravageurs (*Bemissia tabaci* et *Helicoverpa zea*) et sur le développement de la tomate »

Source	DDL	Type I SS	quadratique	F	Pr > F
bloc	2	260.8000000	130.4000000	3.25	0.0867
asso	3	14.4000000	4.8000000	0.12	0.9463

Annexe 4.2- GLM-ANOVA « Nombre de bouquets noués »

Coef de					
	R-carré	Var	Racine MSE	ne Moyenne	
	0.279161	33.38043	4.524903	13.55556	
Source	DDL	Type I SS	Moyenne quadratique	Valeur F	Pr > F
bloc	2	28.77777778	14.38888889	0.70	0.5162
asso	4	58.44444444	14.61111111	0.71	0.5997

Annexe 4.3- GLM-ANOVA « Nombre de fruits noués »

Coef de					
	R-carré	Var	Racine MSE	fr Moyenne	
	0.253250	35.62748	9.916317	27.83333	
Source	DDL	Type I SS	Moyenne quadratique	Valeur F	Pr > F
bloc	2	147.0000000	73.5000000	0.75	0.4962
asso	4	219.8333333	54.9583333	0.56	0.6973

Annexe 5- GLM-ANOVA « Nombre de larves d'aleurodes du 15 mars 2011 »

Coef de					
	R-carré	Var	Racine MSE	lvr	Moyenne
	0.498788	86.56626	0.947580		1.094630
Source	DDL	Type I SS	Moyenne quadratique	Valeur F	Pr > F
bloc	2	10.23294815	5.11647407	5.70	0.0082
asso	4	1.67429815	0.41857454	0.47	0.7600
bloc*asso	8	7.06026296	0.88253287	0.98	0.4690
dist	2	2.13922593	1.06961296	1.19	0.3183
asso*dist	8	4.80668519	0.60083565	0.67	0.7141

Annexe 6- GLM-ANOVA « le 30 mars 2011 larves d'aleurodes »

Coef de					
	R-carré	Var	Racine MSE	lvr	Moyenne
	0.843800	25.41202	0.628665		2.473889
Source	DDL	Type I SS	Moyenne quadratique	Valeur F	Pr > F

bloc	2	37.25034444	18.62517222	47.13	<.0001
asso	4	4.35239444	1.08809861	2.75	0.0469
bloc*asso	8	13.34244444	1.66780556	4.22	0.0019
dist	2	4.03814444	2.01907222	5.11	0.0126
asso*dist	8	2.93137778	0.36642222	0.93	0.5092

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Duncan Groupement		Moyenne	N	asso
	A	2.9422	9	B3-T
B	A	2.5578	18	T
B	A	2.5356	9	B2-T
B		2.1633	9	G
B		2.0867	9	B1-T

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

t Groupement		Moyenne	N	dist
	A	2.8356	18	L2
B	A	2.4117	18	L0
B		2.1744	18	L1

Annexe-7 GLM-ANOVA « cumule des 4 dates » nombre larves d'aleurodes »

	R-carré	Var	Coef de		Moyenne
			Racine	MSE	
	0.658311	6.448199	0.328118		5.088519

Source	DDL	Type I SS	Moyenne	Valeur	Pr > F
			quadratique	F	
bloc	2	2.35733704	1.17866852	10.95	0.0003
asso	4	1.64045926	0.41011481	3.81	0.0131
bloc*asso	8	0.65631852	0.08203981	0.76	0.6381
dist	2	1.06978148	0.53489074	4.97	0.0140
asso*dist	8	0.29140741	0.03642593	0.34	0.9436

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Duncan Groupement		Moyenne	N	asso
A		5.3211	18	T
B	A	5.0644	9	B3-T
B		5.0044	9	B2_T
B		4.9467	9	B1-T
B		4.8733	9	G-T

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Duncan	Groupe	Moyenne	N	dist
	A	5.2289	18	L2
	A	5.1406	18	L1
	B	4.8961	18	L0

Annexe 9- GLM-ANOVA « les Mineuses »

Coef de			
R-carré	Var	Racine MSE	lvr Moyenne
0.647947	114.1508	0.813641	0.712778

Source	DDL	Type I SS	Moyenne	Valeur	Pr > F
			quadratique	F	
bloc	2	2.49214444	1.24607222	1.88	0.1704
asso	4	6.93116667	1.73279167	2.62	0.0555
bloc*asso	8	9.45725556	1.18215694	1.79	0.1209
dist	2	3.25741111	1.62870556	2.46	0.1031
asso*dist	8	13.19615556	1.64951944	2.49	0.0342

Annexe 10.1- GLM-ANOVA « Poids frais deux dates »

Coef de			
R-carré	Var	Racine MSE	pd Moyenne

0.662984 5.489248 0.338961 6.175000

Source	DDL	Type I SS	Moyenne quadratique	Valeur F	Pr > F
dat	1	1.52006667	1.52006667	13.23	0.0020
bloc	2	0.14642500	0.07321250	0.64	0.5409
esp	3	2.17590000	0.72530000	6.31	0.0045

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Duncan Groupement	Moyenne	N	esp
A	6.6633	6	G
B	6.1083	6	B3
B			
B	6.0883	6	B1
B			
B	5.8400	6	B2

Annexe 10.2- GLM-ANOVA « Pourcentage de feuille »

R-carré Var Coef de
Racine MSE pr Moyenne

« Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (*Occimum basilicum*) et gwo diten (*Plectranthus amboinicus*) associées à la tomate (*Lycopersicon esculentum*) sur les populations de ravageurs (*Bemissia tabaci* et *Helicoverpa zea*) et sur le développement de la tomate »

0.986746 3.548098 0.025413 0.716250

Source	DDL	Type I SS	Moyenne	Valeur	Pr > F
			quadratique	F	
dat	1	0.07801250	0.07801250	120.79	0.0016
esp	3	0.06623750	0.02207917	34.19	0.0081

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Duncan Groupement	Moyenne	N	esp
A	0.84500	2	G
B	0.75500	2	B1
C	0.65500	2	B2
C			
C	0.61000	2	B3

Annexe 10.2- GLM-ANOVA « Matière sèche des feuilles »

R-carré	Coef de		ms Moyenne
	Var	Racine MSE	
0.197606	86.69933	0.532259	0.613913

Source	DDL	Type I SS	Moyenne quadratique	Valeur F	Pr > F
dat	0	0.00000000	.	.	.
bloc	2	0.12976211	0.06488106	0.23	0.7977
esp	3	1.05630053	0.35210018	1.24	0.3252

Annexe 11- données climatiques

